

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 39 18 268 C 1

⑤① Int. Cl. 5:
A23 P 1/16
A 01 J 11/00
A 23 G 9/04

②① Aktenzeichen: P 39 18 268.1-41
②② Anmeldetag: 5. 6. 89
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 7. 90

DE 39 18 268 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

HMF Krampe & Co GmbH, 5810 Witten, DE;
Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik eV, 4570
Quakenbrück, DE; Technohoy A/S, Aarhus-Højbjerg,
DK; Milchof Eiskrem GmbH & Co KG, 4020
Mettmann, DE

⑦④ Vertreter:

Beyer, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4030 Ratingen

⑦② Erfinder:

Hoffmann, Ralf, 4320 Hattingen, DE; Windhab, Erich,
Dipl.-Ing. Dr., 4570 Quakenbrück, DE; Hoyer, Carl,
Hoejbjerg, DK; Rogge, Friedrich H.F., 4020
Mettmann, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

JP 59-59 165 A. in: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C,
Bd. 8, 1984, Nr. 156, C-234;

⑤④ Verfahren zum Kühlen von Schäumen, vornehmlich eßbarer Schäume, wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne), Früchteschäume und dergleichen sowie Steuerung und Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, eine Steuerung und eine Einrichtung zum kontinuierlichen Tiefkühlen von Schäumen, z. B. eßbaren Schäumen, insbesondere von Eiskrem und Schlagsahne auf Lagertemperatur, und zwar ohne Anwendung von Tiefgefrieretunneln.

DE 39 18 268 C 1

Beschreibung

Gattung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen von Schäumen, vornehmlich eßbarer Schäume, wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne), Früchteschäume und dergleichen.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Steuerung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Außerdem betrifft die Erfindung eine Einrichtung mit einer Mixvorrichtung zum Aufschlagen des zu verschäumenden Basisproduktes und einer Kühlvorrichtung zum Kühlen des eßbaren Schaumes.

Stand der Technik

Grundsätzliche Überlegungen:

In weiten Bereichen der Lebensmitteltechnologie werden zum Herstellen von Lebensmitteln bzw. von Genußmitteln Schäume hergestellt. Diese Schäume haben zum einen den Vorteil, daß sie den Genußwert des jeweiligen Produktes erhöhen, zum anderen wird durch das Einschlagen von Luft eine Erhöhung des Volumens vorgenommen.

Zwei klassische Vertreter dieser Lebensmittelschäume sind Schlagsahne und Eiskrem. Bei beiden Produkten wird durch das Einschlagen von Luft das Volumen auf etwa das Doppelte erhöht. Die Feinverteilung der Luftblasen ist sowohl bei Eiskrem als auch bei Schlagsahne ein wesentliches Qualitätskriterium. Bei beiden obengenannten Produkten ist erst eine verzehrgerechte Form durch dieses Einschlagen von Luft möglich.

- Bei Schlagsahne verbietet der hohe Fettgehalt den Genuß in der ursprünglich flüssigen Form.
- Bei Eiskrem bewirkt das Einschlagen von Luft eine cremige Konsistenz der Eiskrem, da man ohne Luftschlag einen hartgefrorenen Block erhält.

Die Technologien zum kontinuierlichen Aufschlagen (Einbringung von Luft) von Schlagsahne und Eiskrem sind weltweit bekannt. Zwar unterscheiden sich die Technologien bei Schlagsahne und Eiskrem wesentlich voneinander, haben jedoch das gleiche Grundprinzip.

Die Verbreitung von tiefgekühlten Produkten und somit auch deren Absatz hat sich in den letzten Jahren mehr als verdoppelt. Nachdem anfänglich die Tiefkühlung nur zur Frischhaltung von Gemüse eingesetzt wurde, wird heute die gesamte Lebensmittelpalette bereits als Tiefkühlware für die Bereiche der Frischwaren angeboten. Von der Tiefkühlung von Gemüse geht der Verbreitungsweg der Tiefkühlkost heute über Fertiggerichte bis hin zu Konditortorten. In diesem Tiefkühlkostbereich nimmt Eiskrem eine wesentliche Stellung ein, wobei für Eiskrem ausschließlich dieser Vermarktungsweg über eine geschlossene Tiefkühlkette möglich ist. Seit ungefähr 15 Jahren versucht die Industrie, Konditortorten auf Schlagsahnebasis als Tiefkühlprodukte zu vermarkten. Stetig steigende Verkaufszahlen auf diesem Sektor belegen die großen Marktchancen in diesem Marktsegment. Die Technologie der Herstellung solcher Tiefkühlorten ist, abgesehen von dem Einsatz von automatischen, kontinuierlichen Aufschlagmaschinen, weitgehend rückständig.

Die Technologie der Eiskremherstellung hat seit der Inbetriebnahme von kontinuierlichen Kühl- oder Ge-

friergeräten (Freezer) keine gravierenden, technischen Änderungen mehr erfahren. Sieht man von technischen Änderungen, die die Steuerung der Eiskrem-Kühl- oder Gefriergeräte betreffen, ab, so wird hier nach dem gleichen Prinzip noch wie vor 30 Jahren gearbeitet.

Die heute übliche Arbeitsweise zum Herstellen von tiefgekühlten Torten

Der mit Zucker versetzten Schlagsahne wird ein geeignetes Geliermittel hinzugefügt. Danach wird diese Schlagsahne pasteurisiert und in Reifetanks für etwa 24 Stunden bei $+5^{\circ}\text{C}$ gereift. Mittels einer Förderpumpe wird die Sahne der kontinuierlich arbeitenden Aufschlagmaschine zugeführt. Gleichzeitig wird diese Aufschlagmaschine mit Druckluft versorgt. Beide Medien werden mit einem Rotor-Stator-Prinzip miteinander vermengt, wobei die Schlagsahne Luft aufnimmt.

Beim Schlagen von Sahne entsteht ein 3-Phasen-System, nämlich die Luft-, Fett- und Serumsphase.

In diese Emulsion werden Luftblasen eingeschlagen (verschäumt). Hierbei wird ein Teil der Fettkügelchen zerstört. Das Fett liegt bei tiefen Temperaturen teilweise in fester, auskristallisierter Form vor, wobei aber ein kleiner Teil des Fettes noch in flüssiger Form in Fettkügelchen eingeschlossen ist. Durch die mechanische Einwirkung des Rotor-Stator-Systems kommt es zu einem Zerstören dieser Fettkügelchen. Dabei tritt ein Teil des freien Fettes aus. Die angeschlagenen und die intakten Fettkügelchen lagern sich dann an die Grenzfläche Luft/Serum an. Dabei ragen Teile von Fettkügelchen aus den monomolekularen Schichten kristallinen Fettes aufgrund der hydrophoben Eigenschaften in die Innenseite der Luftblasen hinein. Freies, flüssiges Fett dient dazu, das erstarrte Fett miteinander zu verbinden. In der Serumsphase nimmt die Anzahl der intakten Fettkügelchen während des Schlagens (Verschäumens) ab. Die Proteine verbleiben in der Serumsphase. Durch diesen Vorgang entsteht ein stabiler Schaum (Schlagsahne). Dieser Schaum wird dann mittels Füllapparaturen schichtweise in Tortenformen eingegeben. Dabei hat dieser Schaum eine Konsistenz, die eine Abfüllung mittels Volumendoseuren noch zuläßt. Die in der Sahne vorhandenen Geliermittel werden erst nach Ablauf einiger Minuten fest, d. h., sie bilden ein Gerüst innerhalb der Schaumstruktur, wobei die Fettkügelchen und die Luftblasen fest justiert werden durch diese gerüstbildenden Geliermittel. Gleichzeitig wird das Wasser an diese Geliermittel gebunden. Nach dem Aufschlagen und Dosieren der Sahne in entsprechende Tortenformen, gelangen diese Torten in einen Härtetunnel zur Tiefkühlung. Bei der Tiefkühlung durchlaufen die Torten einen Luftstrom von etwa -45°C und geben an diesen Luftstrom ihre Wärme ab, so daß sie nach einer Kühlzeit von etwa zwei bis drei Stunden eine Kerntemperatur von -18°C erhalten. Bei diesem relativ langsamen Gefriervorgang friert das im Produkt befindliche Wasser zu größeren Eiskristallen aus. Bei dem Entstehen dieser Eiskristalle wird teilweise das Gerüst, welches vorher durch das Geliermittel gebildet worden ist, zerstört. Ebenso ist es möglich, daß während des Gefrierprozesses wachsende Eiskristalle die in kleinen Bläschen vorhandene Luft anstecken und somit die Membrane dieser Luftblasen zerstören. Dies ist kein wesentlicher Nachteil, solange das Produkt gefroren bleibt, d. h. das Wasser in fester Form im Produkt vorliegt. Beim Auftauen des Produktes verwandelt sich das feste Wasser der Eiskristalle in eine flüssige Wasserpha-

se. Hierbei kommt es zur Konzentration von Wassertropfen. Das durch das Geliermittel aufgebaute Gerüst sowie die Emulsion von Luft, Fett und Serum können diese größeren als im Ausgangsprodukt vorhandenen Wasseransammlungen teilweise nicht mehr in das Produkt einschließen, es kommt zu einem Nässen des Produktes beim Auftauen.

Ebenso ist durch den relativ langsamen Gefrierprozeß ein Teil der Luftbläschen zerstört worden. Diese Schäden sind im Produkt irreparabel und führen beim Auftauen des Produktes zu einer Volumenverringern.

Zwar läßt sich dieses Problem durch eine erhöhte Zugabe von Geliermitteln einigermaßen lösen, jedoch hat der verstärkte Einsatz von Geliermitteln eine geschmackliche Beeinflussung des Produktes zur Folge. Eine Vollmundigkeit der so hergestellten, tiefgefrorenen Schlagsahne ist nach dem Auftauen nicht mehr gegeben. Im Gegensatz zu anderen Lebensmitteln stellt das Tiefgefrieren von aufgeschlagener Sahne mit der zur Zeit vorhandenen Technologie keine Erhaltung der Qualität dar. Im Gegenteil, die Qualität wird durch das Tiefgefrieren noch verschlechtert.

Herstellung von Speiseeis

Speiseeisrezepturen bestehen üblicherweise aus Milch, Magermilch, Rahm, Milchkonzentrat, Milchkpulver oder Butter, auch Saccharose, Glukose bzw. Dextrose, aus Obsterzeugnissen, die zugesetzt werden können und aus Hydrokolloiden als Stabilisatoren (pflanzliche Bindemittel, Alginat, Carrageenate, Johannisbrotkernmehl und ähnliches).

Zur Herstellung von Speiseeis werden die Einzelbestandteile entsprechend einer vorliegenden Rezeptur gewogen und in ein definiertes Mengenverhältnis gebracht. In einem Mischbehälter werden diese Einzelbestandteile miteinander vermengt. Nach einer fünfzehnminütigen Mischzeit bei 63°C ist diese Vermengung erreicht.

Danach folgt das Pasteurisieren auf 80° bis 85°C, und zwar 20 bis 40 s lang.

Nach dieser Wärmebehandlung wird die Mischung abgekühlt auf etwa 70°C und danach in einer zweistufigen Homogenisierungsmaschine homogenisiert und zwar in der ersten Stufe mit 150 und in der zweiten Stufe mit 40 bis 50 bar. Hierbei werden die Fettkügelchen auf unter 2 µm zerkleinert.

Diesem Homogenisierungsvorgang folgt ein Herunterkühlen der Mischung auf 2° bis 4°C. Danach wird diese Mischung in Tanks gebracht, um nach einer Reifezeit von 2 bis 24 h zur weiteren Verwendung zur Verfügung zu stehen. Diese Reifezeit bewirkt, daß die Hydrokolloide quellen, das Casein hydratisiert und die Viskosität erhöht wird, wobei sich das Gefüge des Speiseeises verfeinert. Gleichzeitig werden Schmelzwiderstand und Aufschlag verbessert, das Fett kristallisiert aus und ein ausgeglichenes Aroma bildet sich.

Nach Beendigung des Reifevorganges wird diese Mischung dem Kühl- oder Gefriergerät zum Gefrieren und zum gleichzeitigen Lufteinschlag (Verschäumen) zugeführt.

Industriell werden heute die Mischungen für Speiseeis in kontinuierlich arbeitenden Kühl- oder Gefriergeräten (Freezer) teilweise gefroren. Dabei rotiert innerhalb eines verchromten Rohres eine Messerwelle aus Chrom-Nickel-Stahl mit einer Drehzahl von etwa 200 U/min. Die Messer schaben dabei einen dünnen, an der gekühlten Rohrwand sich bildenden Eisfilm kontinuierlich ab und sorgen außerdem noch für eine innige Vermischung der in diesem Zylinder eingeführten Luft.

Zum Kühlen des Zylinders wird von außen in der Regel Frigen (eingetragenes Warenzeichen) oder Ammoniak in einem Temperaturbereich von -25 bis -30°C eingesetzt. Die gewünschten kleinen Eiskristalle erfordern schnelles Gefrieren, welches durch die stark unterkühlte Zylinderinnenwandung möglich ist.

Die Mischung tritt mit einer Temperatur von etwa 4°C in den Gefrierzylinder ein, nachdem ihr die für den Aufschlag erforderliche Luftmenge zudosiert worden ist. Bei einem üblichen Innendruck im Zylinder von etwa 3 bis 5 bar wird die Luft in die Mischung eingeschlagen. Gleichzeitig findet der Gefrierprozeß statt, und das Eis verläßt pastenförmig das Kühl- oder Gefriergerät.

Die mit diesem Verfahren zu erreichenden Temperaturen sind bis maximal -8°C möglich. Das so hergestellte Eis wird in Bechern oder in Hörnchen abgefüllt. Diese Produkte müssen dann einem Nachgefrierprozeß unterzogen werden, um die Lager-temperatur von -20°C zu erreichen. Wird diese Nachkühlung nicht durchgeführt, so bilden sich die im Eis vorhandenen Wassereiskristalle größer aus, wodurch das Eis rau und sandig schmeckt. Die zur Zeit auf dem Markt befindlichen Eiskrem-Kühl- oder Gefriergeräte lassen keine tieferen Temperaturen als -8°C zu.

Zusammenfassung des Standes der Technik

Bei der Herstellung von Eiskrem können nach den vorbekannten Verfahren Eiskremschäume hergestellt und bis zu einem Bereich von -7°C gefroren werden. Diese Temperatur stellt jedoch keine Lagertemperatur dar. Vielmehr wird die Lagertemperatur von -20°C erst durch die Nachhärtung in Tiefkühl-tunneln erreicht. Zum Durchführen dieser Verfahrensweise sind hohe Investitionskosten, insbesondere für den Tiefkühl-tunnel, erforderlich. Außerdem sind die ständigen Energiekosten beträchtlich.

Auf dem Gebiete der Schlagsahneherstellung sind Aufschlagverfahren vorbekannt, die ausschließlich im Temperaturplusbereich arbeiten. Hier ist ein Gefrieren von Schlagsahneschäumen vollkommen unbekannt.

Aufgabe

Der Erfindung liegt zunächst die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Kühlen von Schäumen, vornehmlich eßbarer Schäume, wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne), Früchteschäume und dergleichen, zu schaffen, das sich mit relativ geringen Energiekosten durchführen läßt.

Des weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Steuerung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens zu schaffen.

Schließlich liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens bereitzustellen.

Lösung der Aufgabe betreffend das Verfahren

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Einige Vorteile

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es zunächst erstmalig möglich, im gleichen Arbeits-

gang eßbare Schäume, also nicht nur Eiskrem, sondern auch z. B. Schlagsahne, während und/oder im unmittelbaren Anschluß nach dem Aufschlagen im gleichen Arbeitsgang auf Lagertemperatur, also auf z. B. -20°C , zu kühlen. Dadurch kann z. B. das in Schlagsahne oder dergleichen befindliche Wasser durch extrem schnelles Herunterkühlen zu Eiskristallen unter 20 bis 30 μm gefroren werden. Bei einer Eiskristallgröße von 20 bis 30 μm ist die Gefahr, daß das Produkt nach dem Auftauen näßt, erheblich geringer. Ebenso ist die Luftverteilung in dem Produkt stabiler, da bei einer solchen Eiskristallgröße eine Verletzung der Luftblasen nicht denkbar erscheint.

Bei Anwendung eines solchen, schnellverlaufenden Gefrierprozesses kann die Vollmundigkeit der Schlagsahne erhalten bleiben, der Anteil an Geliermitteln kann verringert werden, wobei die Annäherung an ein frisch hergestelltes Produkt erheblich größer ist. Schließlich wird durch die nicht vorhandene Volumenreduzierung ein formstabiles Produkt erreicht, was z. B. für die Herstellung von Torten von großem Vorteil ist.

Durch die Kombination eines Aufschlag- und Gefrierverfahrens ist es somit erstmalig möglich, beispielsweise Schlagsahne kontinuierlich aufzuschlagen und gleichzeitig tiefzugefrieren. Ein Nachgefrieren von Sahneprodukten in einem Härtetunnel mittels Kaltluft bei etwa -45°C ist damit nicht mehr notwendig. Da bereits im Herstellungsprozeß die für Tiefkühlprodukte notwendige Mindesttemperatur von -18°C oder noch weniger erreicht wird, ist somit in jedem Fall ein anschließender Gefrierprozeß entbehrlich geworden.

Außerdem läßt sich bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Feinstverteilung von Wasserkristallen erreichen. Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich somit Lebensmittelschäume auch auf anderer Basis als auf Schlagsahne herstellen und durch den Gefrierprozeß in eine haltbare Form bringen. Denkbar sind hier Fruchtschäume wie z. B. aufgeschlagenes Bananenpüree, und andere Milchprodukte, wie z. B. Fruchtjoghurte oder dergleichen.

Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich vollkommen neue Lebensmittel in leichter, energie- bzw. brennwertarmer Art hervorbringen, die der modernen Ernährungsphysiologie angepaßt sind. Solche Systeme und Verfahrensweisen sind weltweit nicht bekannt. Hierdurch lassen sich vollkommen neue Absatzchancen eröffnen.

Auch bei der Herstellung von Eiskremmassen lassen sich diese bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens so aufschlagen und gleichzeitig oder unmittelbar anschließend kontinuierlich gefrieren, daß sie keiner Nachhärtung mittels Kaltluft von -45°C mehr bedürfen, um die endgültige Lagertemperatur von z. B. -18°C bzw. -20°C zu erreichen. Durch das erfindungsgemäße Verfahren entfällt der Arbeitsprozeß des Nachhärtens von Eiskrem vollständig, wodurch ein kontinuierlicher Prozeßablauf des Gefrierens und Abfüllens möglich wird, so daß die so hergestellten Produkte unmittelbar nach ihrer Abfüllung versandfertig sind.

Der Abkühlungsprozeß (Nachhärtung) auf -20°C mittels Kaltluft ist vom Anlagenbau — wie oben ausgeführt — an sich sehr investitionsintensiv, und es werden sehr große Abkühlzeiten benötigt, da das durchschnittliche Gefrieren eines Eisproduktes von 5°C auf -20°C nur 1 cm/h voranschreitet, wodurch z. B. ein 6 cm großer Eiswürfel mindestens eine Behandlungszeit mit Kaltluft von drei Stunden benötigt, um eine Kerntemperatur von -20°C zu erzielen. Neben diesen zeit- und

anlagenintensiven, vorbekannten Verfahren tritt noch eine Schädigung des Produktes auf. Bei einer Temperatur von -5 bis -7°C ist nur 45 bis 63% des vorhandenen Wassers ausgefroren. Die restlichen 40%, abzüglich von ca. 5% Wasser, verbleiben immer als sogenanntes "freies Wasser" im Produkt. Diese 35% gefrieren erst im Nachhärtungsprozeß. Dabei lagert sich dieses Wasser an die schon vorhandenen Wasserkristalle an und bewirkt ein Vergrößern dieser Kristalle. Je größer die Wasserkristalle sind, desto weniger cremig schmeckt das Speiseeis. Durch die Nachhärtung und dem damit verbundenen Wachsen der Eiskristalle ist gleichzeitig auch noch eine Verschlechterung der Struktur des Speiseeises gegeben. Die Struktur verändert sich von cremig weich hin zu hart, bröckelig im extremen Fall.

Alle diese Nachteile werden bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens vollkommen vermieden.

Obwohl es sich bei den Ausgangsmaterialien von vornehmlich Schlagsahne und Eiskrem um zwei eigenständige Lebensmittel handelt, läßt sich die grundsätzliche Problemstellung, nämlich Schäume durch Aufschlagen herzustellen und zu gefrieren bis zu einem Temperaturbereich, bei dem sie lagerfähig sind, bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne Schwierigkeiten lösen.

Somit ist es bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens erstmals möglich, gefrorene Schäume bis -18 bis -20°C in einem Arbeitsgang mit Beaufschlagen (Aufschlagen) herzustellen und kontinuierlich versandfertig abzuziehen.

Ein besonderer Vorteil besteht auch darin, daß die Energiekosten gegenüber mit Nachhärtetunneln arbeitenden Anlagen bei der Eiskremherstellung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren um etwa z. B. 30% oder noch niedriger liegen, so daß das erfindungsgemäße Verfahren besonders wirtschaftlich arbeitet.

Weitere Ausführungsformen

In Patentanspruch 2 ist eine sehr vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben.

Lösung der Aufgabe betreffend die Regelung

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 3 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Einige Vorteile

Der belüftete und gefrorene Schaum verläßt die Anlage kontinuierlich. Sämtliche Parameter zur Herstellung dieses Schaumes sind steuerbar wie z. B. Austrittstemperatur, Menge der eingebrachten (eingeschlagenen) Luft, Gefriergeschwindigkeit usw. Durch die Steuerung hält sich die Einrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens selbst in einem prozeßstabilen Zustand.

Lösung der Aufgabe betreffend der Einrichtung

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 4 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung kann das zu verschäumende Produkt mit Luft von z. B. 12°C aufgeschlagen werden. Das so verschäumte Produkt wird in einem Kühler oder Gefriergerät auf z. B. -5°C heruntergekühlt und dadurch der Schaum vorgefroren. Der so vorgefrorene Schaum wird in einer geeigneten Fördervorrichtung auf z. B. -20°C weiter abgekühlt. Die Vor-

richtungsteile können in einem Bauelement vereinigt sein. Ein Tiefgefrierstapel entfällt bei der erfindungsgemäßen Einrichtung vollkommen.

Weitere Ausführungsform

In Patentanspruch 5 ist eine sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Einige Vorteile

Bei dieser Ausführungsform wird das zu verschäumende Produkt in einer Vorrichtung aufgeschlagen, in der das verschäumte Produkt entweder gleichzeitig oder unmittelbar nach dem Verlassen der Schaumherstellungsvorrichtung in mindestens einer sich anschließenden Tiefkühlvorrichtung heruntergekühlt und durch eine Extruderschnecke ausgetragen und sofort weiterverarbeitet wird. Der aus dem Extruder austretende Schaum ist versandfertig und braucht nicht "nachgehärtet" zu werden.

Es können auch mehrere Extrudervorrichtungen parallel und/oder hintereinander geschaltet werden. Zum Beispiel ist es möglich, mehrere Extruder im Co-Extrusionsprozeß arbeiten zu lassen.

Das der Aufschlagvorrichtung zugeführte Produkt kann vorgekühlt werden. Es ist auch möglich, der Vorrichtung vorgekühlten Schaum zuzuführen und diesen Schaum auf die Lagertemperatur in der Extrudervorrichtung oder in einem oder mehreren der mit der Extrudervorrichtung verbundenen Vorrichtungsteile bis auf die Lagertemperatur herunterzukühlen.

In der Zeichnung ist die Erfindung — teils schematisch — beispielsweise veranschaulicht. Es zeigt

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen erfindungsgemäßen Verfahrensgang;

Fig. 2 eine Einzelheit aus Fig. 1, in größerem Maßstab, teils im Schnitt, und

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der Erfindung, teils im Schnitt.

Mit dem Bezugszeichen 1 ist eine Aufschlagvorrichtung bezeichnet, in der das zu verschäumende Produkt unter Hinzumischung von z. B. Luft verschäumt wird. In der Aufschlagvorrichtung 1 kann der Schaum z. B. eine Temperatur von 12°C aufweisen.

Der so hergestellte Schaum verläßt die Aufschlagvorrichtung 1 in Pfeilrichtung und wird einem Kühl- oder Gefriergerät (Freezer) 2 zugeführt, in dem der Schaum auf z. B. -5,5°C heruntergekühlt wird. Der so vorgefrorene Schaum 10 verläßt das Kühl- oder Gefriergerät 2 in Pfeilrichtung und wird einer kombinierten Extrudervorrichtung 3 zugeführt. In der Extrudervorrichtung 3 wird der vorgefrorene eßbare Schaum auf z. B. -20°C lagerfertig heruntergekühlt und verläßt kontinuierlich die kombinierte Extrudervorrichtung 3 als lagerfertiges Produkt 4 (Schaum).

In Fig. 2 ist die kombinierte Extrudervorrichtung 3 schematisch im Querschnitt veranschaulicht. Das Bezugszeichen 5 bezeichnet eine von einem nicht dargestellten Motor angetriebene Welle, mit der ein Rotor 6 verbunden ist. Der Rotor 6 weist mehrere Schaufeln 7 auf, die mit Abstand mit an einem Stator 8 angeordneten Schaufeln 9 kämmen. Der vorgefrorene Schaum 10 wird einer Kammer 11 und damit auch den Schaufeln 7 und 9 zugeführt. In diesem Bereich können geeignete Kühlvorrichtungen angeordnet sein, die den vorgefrorenen Schaum 10 weiter herunterkühlen. Der weiterhin innig durchgemischte Schaum 10 wird in einer anschließen-

den Kühlvorrichtung 12 bis auf Lagertemperatur von z. B. -20°C heruntergekühlt. Kühlschlangen 13 sind in Fig. 2 schematisch angedeutet. Der lagerfertig gekühlte Schaum wird durch eine Extruderschnecke 14 kontinuierlich aus der Vorrichtung abgefordert. Die Extruderschnecke 14 ist an ihrem der Welle 5 entgegengesetzten Endabschnitt in einem lediglich schematisch angedeuteten Gehäuse 15 gelagert und kann durch den gleichen Motor wie die Welle 5 mit angetrieben werden.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung beschrieben, die eine detailliertere Ausarbeitung der aus Fig. 1 ersichtlichen Ausführungsform darstellt.

Mit dem Bezugszeichen 1 ist die Aufschlagstufe bzw. Aufschlagvorrichtung, mit 2 die Vorgefrierstufe bzw. das Kühl- oder Gefriergerät und mit 3 die Tiefgefrierstufe bzw. die kombinierte Extrudervorrichtung bezeichnet. Die Aufschlagvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse 16, das im Innern ein weiteres rohrförmiges Gehäuse 17 aufweist, das zu dem äußeren Gehäuse 16 coaxial angeordnet ist; so daß zwischen 20 Gehäuse 16 und 17 ein Ringraum 18 verbleibt, an dem an dem einen Ende eine Kühlmittelzufuhrleitung 19 und an dem anderen Ende ein Kühlmittelabflußstutzen 20 angeschlossen sind. Der Kühlmittelabflußstutzen 20 ist mit einer geeigneten, nicht dargestellten Leitung verbunden. Der Ringraum 18 wird somit von Kühlmittel durchströmt. Als Kühlmittel kann eine geeignete Sole, Frigen (eingetragenes Warenzeichen) oder dgl. in Betracht kommen.

In dem inneren rohrförmigen Gehäuse ist ein Rotor 21 mit zahlreichen über seinen Umfang und seiner Länge verteilten Schaufeln 22 angeordnet, der über eine Welle 23 durch einen nicht dargestellten Motor angetrieben wird.

An der Innenwandung 24 des inneren Gehäuses 17 sind über den Umfang und über die Länge ebenfalls zahlreiche Schaufeln 25 angeordnet, die mit den Schaufeln 22 mit Spaltabstand kämmen.

Auf der einen, der Welle 23 zugekehrten Stirnseite des Gehäuses 16 ist eine Zufuhrleitung 26 angeschlossen. An das eine Ende 27 dieses L-Stückes der Zufuhrleitung 26 wird das betreffende Fluid, also die Ausgangskomponenten des zu verschäumenden Mediums, zugeführt, während durch das Rohrstück 28 in die Zufuhrleitung 26 ein geeignetes Verschäumungsgas, in der Regel Luft, zugeführt wird. Fluid und Trägergas bzw. Luft treten also in den Innenraum 29 und werden durch die Schaufeln 22 und 25 innig miteinander verschäumt. Die in dieser Aufschlagvorrichtung 1 vorgeschäumten Stoffe verlassen über den Rohrstutzen 30 die Aufschlagvorrichtung 1 in Richtung des Pfeiles 31 und werden in einen Rohrstutzen 32 eingebracht, der an ein Gehäuse 33 des Kühl- oder Gefriergerätes 2 angeschlossen ist.

Beim Durchströmen der Aufschlagvorrichtung 1 werden das Fluid und Trägergas vorgekühlt, wobei — wie in allen anderen Stufen, also Aufschlagvorrichtung 1, Kühl- oder Gefriergerät 2 und Tiefgefrierstufe 3 — Kühlmittel und Fluid sich im Gegenstrom zueinander bewegen.

In dem Kühl- oder Gefriergerät 2 strömt der Schaum durch einen Ringraum 34, der außen von Kühlmittel umspült ist, das über eine Zufuhrleitung 35 in einen Ringraum 36 eingegeben wird und diesen Ringraum 36 über eine Abflußleitung 37 wieder verläßt.

Koaxial zu den Ringräumen 34, 36 ist ein Rotor 38 angeordnet, der über eine Welle 39 motorisch angetrieben ist.

Der vorgefrorene Schaum wird über einen Stutzen 40

abgeführt und über einen Anschlußstutzen 41 einem Gehäuse 42 der Tiefgefrierstufe zugeführt.

Das Gehäuse 42 der Tiefgefrierstufe weist wiederum einen Ringraum 43 auf, an dem eine Leitung 44 zum Zuführen des Kühlmittels angeschlossen ist. Das Kühlmittel verläßt über eine Leitung 45 den Ringraum 43.

Koaxial zum Ringraum 43 ist eine über eine Welle 46 motorisch angetriebene Förderschnecke 47 angeordnet, die den tiefgefrorenen Schaum durch einen Stutzen 48 austrägt. Der tiefgefrorene Schaum wird dann in geeigneter Weise weiterverarbeitet, verpackt und abtransportiert.

Mit den Bezugszeichen 49, 50 und 51 sind Thermoelemente bezeichnet, mit denen die Temperatur des tiefgefrorenen Schaumes an verschiedenen Stellen in der Tiefgefrierstufe meßbar sind.

In Fig. 3 wurde mit V_L der Volumenstrom des zugeführten Fluids, mit V_g der Volumenstrom des zugeführten Trägergases, mit P_g der Druck des zugeführten Trägergases an dem Rohrstück 28, mit Tm_1 die Temperatur in der Zufuhrleitung 26, Md_1 das Drehmoment an der Welle 23, mit n_1 die Drehzahl der Welle 23, mit TK_1 die Temperatur im Kühlmittelabflußstutzen 20, mit Pm_1 der Druck im Rohrstutzen 30, mit Tm_2 die Temperatur im Rohrstutzen 30, mit TK_2 die Temperatur in der Kühlmittelzufuhrleitung 19, mit TK_3 die Temperatur in der Abflußleitung 37, mit Md_2 das Drehmoment an der Welle 39, mit n_2 die Drehzahl der Welle 39, mit TK_4 die Temperatur in der Zufuhrleitung 35, mit Pm_2 der Druck im Stutzen 40, mit Tm_3 die Temperatur im Stutzen 40, mit Md_3 das Drehmoment an der Welle 46, mit n_3 die Drehzahl der Welle 46, mit Tm_5 , Tm_6 und Tm_7 die durch die Thermoelemente 49, 50 und 51 jeweils gemessenen Temperaturen der tiefgefrorenen Schäume in der Tiefkühlstufe, mit TK_6 die Temperatur in der Leitung 44, mit Pm_3 der Druck im Stutzen 48 und mit Tm_4 die Temperatur im Stutzen 48 bezeichnet.

Mit den Bezugszeichen 19, 20, 35, 37, 44 und 45 sind für die einzelnen Prozeßstufen der jeweilige Kühlmittelzu- und -abflüsse gekennzeichnet. Die an den entsprechenden Stellen gemessenen Kühlmitteltemperaturen sind mit TK_1 bis TK_6 gezeichnet. Diese Temperaturen werden durch Thermoelemente an den entsprechenden Stellen gemessen.

Weitere Temperaturmessungen erfolgen beim jeweiligen Masseaustritt aus den einzelnen Prozeßstufen, Bezugszeichen 20, 40 bzw. 48, Temperaturen Tm_2 , Tm_3 , Tm_4 . An denselben Stellen wird ferner eine Druck- bzw. Druckdifferenzmessung zur Konsistenzermittlung (viskoser Druckabfall) gemessen (Pm_1 , Pm_2 bzw. Pm_3).

Für die Antriebsaggregate der einzelnen Prozeßstufen, Bezugszeichen 1 bis 3, erfolgt eine Leistungs- bzw. Drehmomentmessung Md_1 bis Md_3 und Drehzahlmessungen n_1 bis n_3 .

Für die zudosierten Ausgangskomponenten (Fluid, Gas) wird sowohl der Volumenstrom V_L und V_g bei 27 und 28 sowie für das Gas der Dosierdruck P_g bei 28 und für die Mischung aus den Ausgangskomponenten bei Position 26 die Mischungstemperatur Tm_1 ermittelt.

In der letzten Prozeßstufe (Tiefgefrierstufe) wird zur Kontrolle des Temperaturprofils über die Länge der Prozeßstufe zusätzlich an drei Stellen die Massetemperatur der in dieser Prozeßstufe tiefzugefrierenden Masse bestimmt (Tm_5 bis Tm_7).

Zielgrößen beim Herstellungsprozeß tiefgefrorener Schaummassen sind die Massetemperatur Tm_4 am Austritt der Tiefgefrierstufe und der an dieser Stelle gemessene Druck bzw. Differenzdruck Pm_3 (viskoser Druck-

verlust), welche ein Maß für die Konsistenz der aus der Anlage austretenden tiefgefrorenen Schaummatrix sind. Zur Erreichung der definierten Zielgrößen sind folgende Vorgabeparameter nach den Erfahrungen der Rezepturenentwicklung einzustellen und in ihrer Konstanz zu kontrollieren bzw. zu regeln: Fluid- und Gasvolumenstrom V_L und V_g , Gasdruck P_g , die Leistungsdaten der Antriebsaggregate Md_1 bis Md_3 und n_1 bis n_3 sowie die Eintrittstemperaturen des Kühlmediums in die einzelnen Prozeßstufen TK_2 , TK_4 , TK_6 und die Eintrittsgemischtemperatur Tm_1 bei 17 als auch der Gegendruck in der Aufschlagstufe Pm_1 .

Als reine Kontrollparameter werden die Kühlmittelaustrittstemperaturen aus den einzelnen Prozeßstufen TK_1 , TK_3 , TK_5 sowie die Massetemperaturen Tm_2 , Tm_3 , Tm_4 , Tm_5 , Tm_6 und Tm_7 und der Austrittsdruck Pm_2 aus der Vorgefrierstufe ermittelt.

Die maßgeblichen Regelgrößen für den Schaumaufschlag sind die Volumenströme von Gas und Fluid V_g , V_L maßgeblich für die Einstellung der Konsistenz – Zielgrößen Pm_3 , Tm_4 – sind die Leistungseinträge in den einzelnen Prozeßstufen Md_1 bis Md_3 , n_1 bis n_3 sowie die Geschwindigkeit des Kühlvorganges in der Tiefgefrierstufe, welche im wesentlichen durch die Eintrittstemperatur des Kühlfluids TK_6 ; Bezugszeichen 44 bestimmt wird.

Bezugszeichenliste

- 1 Aufschlagvorrichtung
- 2 Kühl- oder Gefriergerät (Freezer)
- 3 Vorrichtung zum Transportieren und Tiefgefrieren, kombinierte Extrudervorrichtung, Tiefgefrierstufe
- 4 Schaum, Produkt
- 5 Welle
- 6 Rotor
- 7 Schaufeln
- 8 Stator
- 9 Schaufeln
- 10 Schaum, vorgefroren
- 11 Kammer
- 12 Kühlvorrichtung
- 13 Kühlschlangen
- 14 Extruderschnecke, Schnecke
- 15 Gehäuse, rohrförmiges
- 16 Gehäuse, rohrförmiges
- 17 Gehäuse, inneres
- 18 Ringraum
- 19 Kühlmittelzufuhrleitung
- 20 Kühlmittelabflußstutzen
- 21 Rotor
- 22 Schaufel
- 23 Welle
- 24 Innenwandung
- 25 Schaufel
- 26 Zufuhrleitung
- 27 Ende
- 28 Rohrstück
- 29 Innenraum
- 30 Rohrstutzen
- 31 Pfeilrichtung
- 32 Rohrstutzen
- 33 Gehäuse
- 34 Ringraum
- 35 Zufuhrleitung
- 36 Ringraum
- 37 Abflußleitung
- 38 Rotor
- 39 Welle

40 Stutzen	
41 Anschlußstutzen	
42 Gehäuse	
43 Ringraum	
44 Leitung	5
45 Leitung	
46 Welle	
47 Förderschnecke	
48 Stutzen	
49 Thermoelement	10
50 Thermoelement	
51 Thermoelement	
Md_1 Drehmoment an der Welle 23	
Md_2 Drehmoment an der Welle 39	
Md_3 Drehmoment an der Welle 46	15
n_1 Drehzahl der Welle 23	
n_2 Drehzahl der Welle 39	
n_3 Drehzahl der Welle 46	
P_g Druck des zugeführten Trärgases in dem Rohrstück 28	20
P_L Gasdruck	
Pm_1 Druck im Rohrstutzen 30	
Pm_2 Druck im Stutzen 40	
Pm_3 Druck im Stutzen 48	
Tm_1 Temperatur in der Zufuhrleitung 26	25
Tm_2 Temperatur im Rohrstutzen 30	
Tm_3 Temperatur im Stutzen 40	
Tm_4 Temperatur im Stutzen 48	
Tm_5 Temperatur am Thermoelement 49	
Tm_6 Temperatur am Thermoelement 50	30
Tm_7 Temperatur am Thermoelement 51	
TK_1 Temperatur im Kühlmittelabflußstutzen 20	
TK_2 Temperatur in der Kühlmittelzufuhrleitung 19	
TK_3 Temperatur in der Leitung 37	
TK_4 Temperatur in der Zufuhrleitung 35	35
TK_5 Temperatur in der Leitung 45	
TK_6 Temperatur in der Leitung 44	
V_L Volumenstrom des Fluids am Eingang der Leitung 27	
V_g Volumenstrom des Trärgases am Eingang der Leitung 28	40

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen von Schäumen, vornehmlich eßbarer Schäume, wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne), Früchteschäume, dadurch gekennzeichnet, daß die Schäume während und/oder im unmittelbaren Anschluß nach ihrer Herstellung (Aufschlag) im gleichen Arbeitsgang auf Lagertemperatur tiefgefroren werden. 45 50
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aufgeschlagene und vorgefrorene Schaum (10) kontinuierlich bis auf -16°C bis -45°C , vornehmlich auf -18°C bis -20°C , tiefgekühlt und wegtransportiert wird. 55
3. Steuerung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die einzelnen Antriebsorgane der einzelnen Prozeßstufen Leistungsmessungen ($Md_1 - Md_3$) und Drehzahlmessungen ($n_1 - n_3$) vorgenommen werden und daß für die zudosierten Ausgangskomponenten (Fluid, Gas) die Volumenströme des Fluid (V_L) und des Gases (V_g), die Dosierdrücke (P_g) für die Mischung aus den Ausgangskomponenten und die Mischungstemperatur (Tm_1) ermittelt werden, und daß in der letzten Prozeßstufe (Tiefgefrierstufe) zur Kontrolle des Temperaturprofils über die 60 65

Länge der Prozeßstufe zusätzlich an mehreren Stellen die Massetemperaturen ($Tm_5 - Tm_7$) der in dieser Prozeßstufe tiefzugefrierenden Masse ermittelt werden, wobei Zielgrößen die Massetemperatur (Tm_4) am Austritt der Tiefgefrierstufe sowie der an dieser Stelle gemessene Druck bzw. Differenzdruck (Pm_3) sind, wobei als reine Kontrollparameter die Kühlmittelaustrittstemperaturen aus den einzelnen Prozeßstufen sowie die Massetemperaturen (Tm_2 ; Tm_3 ; $Tm_5 - Tm_7$) und der Austrittsdruck (Pm_2) aus der Vorgefrierstufe ermittelt werden und als maßgebliche Regelgrößen für den Schaumaufschlag die Volumenströme des Gases (V_g) und des Fluids (V_L) maßgeblich für die Einstellung der Konsistenz sowie die Geschwindigkeit des Kühlvorganges in der Tiefgefrierstufe bestimmt werden.

4. Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 und/oder 2, mit einer Vorrichtung zum Aufschlagen des Basisproduktes, einem Kühl- oder Gefriergerät sowie geeigneten Transportleitungen und Überwachungseinrichtungen, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufschlagvorrichtung (1) unmittelbar ein Kühl- oder Gefriergerät (2) zum Vorgefrieren des Schaumes (10) und dem Kühl- oder Gefriergerät (2) unmittelbar eine als kombinierte Tiefgefrier- und Transportvorrichtung ausgebildete kombinierte Extrudervorrichtung (3) nachgeschaltet ist, in der der vorgefrorene Schaum (10) auf Lagertemperatur herunterkühlbar ist und daß die Aufschlagvorrichtung (1), das Kühl- oder Gefriergerät (2) und die Extrudervorrichtung (3) durch Rohrleitungen miteinander verbunden sind.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Transportieren und Tiefgefrieren (3) eine motorisch antreibbare Aufschlagvorrichtung mit einem Rotor (6) und einem Stator (8) und Schaufeln (7, 9) aufweist und daß sich an diese Aufschlagvorrichtung unmittelbar eine Kühlvorrichtung (12) zum Tiefgefrieren des Schaumes auf Lagertemperatur anschließt, wobei das Kühl- oder Gefriergerät (2) ganz oder teilweise von einer Schnecke (14) zum Austrag des gefrorenen Schaumes oder einer damit verbundenen Antriebswelle durchgriffen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1



